

Az életforma és a hatóanyagprodukciónak összefüggései néhány termesztett gyógynövényfaj esetében

A gyógynövénytermesztés hazai és nemzetközi gyakorlatából ismert példák bizonyítják azon a törekvések eredményeit, amikor kétéves- 'TH' (vagy évelő - 'H', 'G') életformájú alapfajokból első évben már reproduktív szerveket képző, esetleg kifejezetten egyéves -'Th' életformájú alakokat állítottak elő. Ilyen fajtákkal vagy szelektált törzsekkel több családban találkozunk. Az *Apiaceae* fajok között a konyhakömény, *Carum carvi* egyéves változatának előállítására törekedtek a hozamok fokozása, a területek rugalmasabb kihasználása illetve a karvonprodukciónak növelése céljából szinte valamennyi jelentősebb termelő országban, s ma már ezen államok termelésének nagy részét az egyéves fajták adják. Fontos feladatnak bizonyult a produktív, rövidebb életciklusú genotípusok létrehozása vadontermő növények termesztésbe vonása során is, így többek között vagy az elsősorban hurutoldóként alkalmazott *Verbascum phlomoides* esetében. Az értékes illatszer-alapanyagot szolgáltató illóolajos faj, a muskotályzsálya (*Salvia sclarea*) jövedelmezőségét szándékoznak javítani a már első évtől virágzó ökotípusok kiválogatásával, s ezek termesztésével a kétéves formáknál korábban alkalmazott takarónövényes (köztes) technológia helyett.

A rövidebb juvenilis szakasz, a gyorsabb egyedfejlődés azonban az említett fajok szinte mindegyike esetében olyan -részben előre nem látott- nehézségeket vet fel, melyek éppen a kívánt biomassza- és hatóanyagprodukciónak növekedését teszik kérdésessé. Így a tölevélrózsás szakaszukat lerövidítő öko (bio) típusok a tapasztalatok szerint gyakran csökkent egyedi hozamokat vagy alacsonyabb hatóanyagtartalmat produkálnak. Ezek a tények az egyéves ökotípusok előállítására és elterjesztésére irányuló munkák sikerét nagyban megkérdőjelezhetik, de a 2000-es évek elejéig tudományos igényű vizsgálatukra nem került sor. Ezért 2002-2005 között folyó szabadföldi és laboratóriumi munkáink során az alábbi főbb kérdéseket kívántuk tisztázni.

- Mennyiben különbözik az új, egyéves illetve a hagyományos, kétéves vagy évelő intraspecifikus taxonok növekedési-fejlődési sajátosságai, drogprodukciónak, hatóanyag felhalmozódásuk, milyen e tulajdonságok variációs szélessége, termesztési értékeik.
- Milyen modifikáló szerepe van a környezeti tényezőknek (évjárat, termőhely) a rövidebb életformájú típusok teljesítményének alakulásában illetve milyen technológiai eljárásokkal alakíthatjuk e hatásokat számunkra optimálisan

A pályázat keretében most megcélzott munkánkban a fenti kérdések megválaszolását tűztük ki célul, modellként választva a fentiekben is említett három, eltérő növény családba tartozó, Magyarországon rendszeresen termesztett gyógynövényfajt: a konyhaköményt, a muskotályzsályát és a szöszös ökörfarkkórót. A tanszék és a témavezető mindhárom fajjal évek óta foglalkozik a nemesítés és a fajtaelőállítás valamint virágzásbiológiai és kemotaxonómiai vizsgálatok keretében, ami megfelelő alapot adott az eredményes munkához. Eredményeinket az alábbiakban a pályázati munkatervben meghatározott munkatervhez igazodóan ismertetjük.

I. A rendelkezésre álló egy- illetve kétévesként ismert fajták vagy populációk összehasonlítása

1.1. Morfológiai, produkciós és fitokémiai (hatóanyag) jellemzők

Vizsgálatainkat 2003-2005 években folytattuk, a Budapesti Corvinus Egyetem Kísérleti Üzem és Tangazdaságának Gyógynövénytermesztési Telepén, Budapest, XXIII. kerületben. A terület jellemzőit közleményekben már ismertettük (Bodor-Németh-Csalló, 2006). A vizsgálatokba vont taxonok a zárójelentésben leírt kísérletekben a következők voltak:

- *Salvia sclarea*: 'Akali' fajta (2 éves)
'Akali' fajtából szelektált 1 éves törzs
- *Verbascum phlomoides*:
vadon termő állományból gyűjtött (Pestszentlőrinc) vetőmag (2 éves)
'Napfény' fajta (1 éves)
- *Carum carvi*: köztermesztésből származó vetőmag (2 éves)
'SZK1' fajta (1 éves)

A taxonok morfológiai, produkciós és fitokémiai jellemzőinek rögzítéséhez a szabadföldi kísérletekben tradicionális termesztéstechnológiát alkalmaztunk, és a morfológiai méréseket a teljes virágzás idejében, a produkció méréseket fajonként a technológiai szerinti optimális betakarítási fázisban végeztük. A mintavételi metodika, drogkezelés, ismétlésszámokat publikációkban adtuk meg pontosan (pl. Bodor, Németh, 2004). Az ebben a vizsgálatban és a zárójelentésben szereplő további kísérletekben végzett hatóanyag-analitikai metodikák szintén közleményekben szerepelnek részletesen:

Salvia: illóolaj-tartalom (ml/100g) meghatározás friss virágzatból: Ph. Hg. VII. szerint, illóolaj-összetétel meghatározás: GC-analízis (Bodor-Németh-Csalló, 2006), szkláreol-tartalom (%) meghatározás a lepárlás utáni maradék növényanyagból extrakcióval (Kernóczi-Zámbó-Tétényi-Héthelyi, 1985).

Verbascum: duzzadási érték (ml) meghatározás: Ph. Hg. VII. szerint, összflavonoid-tartalom (g/100g) meghatározás: DAB 10 szerint, flavonoid-összetétel (rutin mg/g): TLC (Wagner, 1996; Wichtl, 1994).

Carum: illóolaj-tartalom (ml/100g) meghatározás: Ph. Hg. VII. szerint, illóolaj-összetétel meghatározás: GC-analízis (Bodor-Németh-Csalló, 2006).

A kétéves illetve egyéves ökotípusok morfológiai, produkciós és hatóanyag jellemzőire vonatkozó felmérések főbb adatait az 1.-3. táblázatokban növényfajonként foglaltuk össze.

A **muskotályzsálya** taxonjai közül a kétéves alapfaj minden évben magasabb, levele nagyobb, mint az első évi virágzásra szelektált egyéves törzsé. Az első év kivételével több elágazást is nevel, de a virágzatok hossza tekintetében nem egyértelmű a kétéves populáció előnye.

A produkció rendkívül ingadozóan alakul, ami erős évjáratit hatást tükröz. Minden évben 2-3 szoros eltérések jelentkeznek, de az eltérés iránya változó. Ennek alapján nem egyértelmű, hogy bármelyik anyag is lényegesen magasabb produkciós potenciállal rendelkezik a másikonál.

A droginóséget meghatározó hatóanyag jellemzők közül az illóolajtartalom rendszeresen magasabbnak bizonyult a kétéves alapfaj állományaiban (max. 0,7%), aminek az egyéves törzs mintegy felét-háromnegyedét halmazza fel. Az illóolaj fő komponensei közül a linalooltartalom szintén a kétéves anyagban több, a linalil-acetát pedig nem köthető egyértelműen egyik taxonhoz sem. Ugyanakkor az illóolaj szkláreoltartalma stabilan az egyéves szelektált törzsben 8-14%-al magasabb, amihez kevésbé markánsan, de a lepárolt növényanyagból kimutatott szkláreol értékek is igazolnak.

A tulajdonságok változékonysága, -amit az 1. táblázatban CV%-okban adtunk meg- legtöbb esetben nem különbözik lényegesen a két változatban, az évjárat erősebben befolyásolja. Kissé nagyobb szórás tapasztalható a növénymagasságban a kétéves állományokban, valamint az illóolajtartalomban az egyéves törzsben. Ez utóbbi genetikai megfelelő háttérrel adhat az anyag illóolajtartalomra történő további szelekciójához.

Összefoglalóan megállapítható tehát, hogy azonos termőhelyen, azonos évjáratban a kétéves muskotályzsálya alapfaj illetve elsőévi virágzásra szelektált törzse között mind morfológiai, mind fitokémiai eltérések kimutathatók. Ugyanakkor a vizsgált tulajdonságok egy része nem jelez határozott elkülönülést, hanem flexibilisen, a környezeti, évjáratit hatások

következtében változik, így egyértelmű produkciós előnye e tekintetben egyik változatnak sincs.

A **szöszös ökorfarkkóró** kétéves alapfajának növényei 7%-al magasabbra nőttek, virágzatuk 8%-al hosszabb és 8%-al több oldalelágazást fejleszt, továbbá tövenkénti virágaik száma 10%-al haladja meg átlagosan az egyéves fajtáét (2. táblázat). Ugyanakkor morfológiai jellegzetesség, hogy a szelektált fajta levele hosszúkásabb formájú (hossza átlagosan 7%-al nagyobb, mint a kétévesben). Kedvező termesztési értéke továbbá nagyobb virágmérete, ami a szedés hatékonyságát a gyakorlatban megkönnyítheti. A virághozamok tekintetében azonban nem különül el határozottan a két anyag, a három vizsgálati évben három eltérő eredményt kaptunk.

A felmért morfológiai tulajdonságok változékonysága –a 2. táblázatban CV%-ban feltüntetve- várokozásunknak megfelelően, csaknem minden esetben a kétéves vad anyagban nagyobb. A szelektált populáció már több tulajdonságra homogénne vált. A tulajdonságok közül a legnagyobb a szórása az elágazásszámnak mindkét taxonban (CV: 84%-ig).

Beltartalmi sajátosságai a kétéves anyagban mutatnak kedvezőbb értékeket. Az összflavonoid tartalom ugyan közel azonos, illetve az eltérés nem jellemző, de mind a rutin (1,5-4,5 szörös) mind pedig a nyálkatartalom (PhHg szerint duzzadási értékkel kifejezve évjáráttól függően akár 1,2 szeres) a kétéves populációban jelentősebb. A hatóanyagok értékei kiegyenlítettebbek, mint a morfológiai tulajdonságok, a variációs koefficiens –a rutint kivéve- 10% alatt marad. A két taxon közt a beltartalmi jellegek szórásában nincs markáns eltérés.

Összességében tehát megállapítható, hogy a *Verbascum phlomoides* egyéves fajta valamint a vad alapfaj legtöbb felmért tulajdonsága tekintetében különbség mutatható ki. A kétéves faj hatóanyagtartalma előnyösebb, míg a virágméret az egyéves fajtában kedvező. Gazdaságossági szempontból fontos droghozamuk egymással versenyre kelhet.

A **konyhakömény** két változata legtöbb tulajdonsága alapján jól elkülöníthető egymástól. Itt az első évi virágzási hajlammal rendelkező fajta nem a kétéves anyagból származik, s ez összefügghet azzal, hogy a fenti két fajhoz képest sokkal erősebb köztük a különbség.

A kétéves fajta magasabbra nőtt, de kevesebb és kisebb ernyőt fejlesztett, mint az egyéves (3. táblázat). A tőlevelek mérete alapján nem állapítható meg köztük lényeges különbség. Ezek az adatok csak részben egyeznek a konyhakömény populációkban korábbi években folytatott felméréseink eredményeivel (Zámboriné, 2005).

Kísérleti parcelláinkban a kétéves fajta termés (drog)hozama lényegesen meghaladta az egyéves fajtáét. Ez ellentmond a hazai termesztési gyakorlatban tapasztalt értékeknek, s valószínűleg az egyéves változat betegségek miatti rossz termékenyülésére vezethető vissza. A fajták –ezermagtömeggel jellemzett- termésnagyságában csak két évben jelentkezett az egyéves fajta előnye. A termés méret lényegesen eltér az egyes vizsgálati években, s különösen 2004-ben meglepő, az egyéves parcellák elmaradott termésfejlődése miatt.

A fitokémiai bélyegek a korábbi ismereteknek megfelelően alakultak: minden esetben a kétéves állományokból származó drogmintákban magasabb az illóolaj (1,2-1,7%-al) és annak karvontartalma (12-30%-al). Mivel a konyhakömény illóolajának döntő részét a karvon és a limonén teszi ki, a limonén aránya alapvetően a karvonszint függvénye.

A felmért tulajdonságok közül az elsőrendű ernyők átmérője mutatta a legnagyobb szórást (CV%, 3. táblázat), a taxonok közül a kétéves fajtában volt erősebb a változékonysága. A többi tulajdonságban nem mérhető jelentősebb különbség az állományokban.

I.2. Az egy- és kétéves biotípusok anatómiai összehasonlítása

Az egy- és kétéves biotípusok produkciót befolyásoló anatómiai sajátosságait a muskotályzsálya és a szöszös ökörfarkkóró fajok esetében tanulmányoztuk abból a célból hogy a biotípusok közötti esetleges eltéréseket megállapíthassuk és rögzíthessük. A preparátumok vizualizálását három eszköz/technika (klasszikus fénymikroszkóp, pásztázó elektronmikroszkóp és epifluoreszcencia mikroszkóp) alkalmazásával végeztük.

A **virágzati tengely** esetében megállapítottuk, a szállító- és alapszövet arány mind a négy vizsgált taxonban azonos. A *Salvia sclarea* fajban azonban az egyéves biotípusok rövidebb és vékonyabb virágzati tengelyt fejlesztenek. Eltérés mutatkozik továbbá a szállítószövet gyűrű sajátosságaiban. Az egyéves *Salvia* biotípus esetében a vastagfalú parenchimasejtek nagyobb mennyisége (1/a. kép), míg a kétévesnél a szállítónyalábok nagyobb gyakorisága (1/b. kép) biztosítja a virágzati tengely mechanikai szilárdítását.

A *Verbascum phlomoides* biotípusok csak a farostok mennyiségében és sejtfalvastagságában térnek el, a kétéves biotípus virágzati tengelyének szállítószövege több és vastagabb falú szilárdító szövetet tartalmaz. Mindezek az eltérések olyan képet mutatnak, mintha az egyéves biotípus az egyedfejlődés korai szakaszában „megrekedt” volna.

A **levélben** a levéllemez vastagsága a *Salvia* esetében a kétéves, a *Verbascumnál* az egyéves biotípusban nagyobb. Mindkét fajban dominál a paliszád parenchima mennyisége. Mindkét fajra jellemző az amfisztomatikus levél, s különösen a fonák epidermiszen kialakuló nagy sztóma-denzitás. A levél fajspecifikus anatómiai jellemzői elsősorban az epidermiszhez kapcsolódnak. A *Salvia sclarea* érszigetei a felszínen kidomborodnak, rajtuk ritkán álló fedőszőrök vannak. A fonákon a fedőszőrök mellett ülő, és elszórtan nyeles mirigyszőrök is megjelennek.

A *Verbascum* levelek karakterisztikus epidermisz-függelékei az elágazó emeletes fedőszőrök (2. kép). A kétéves biotípus fedőszőr denzitása jelentősen meghaladja az egyévesét, s mindkét biotípus fonák epidermiszén alakul ki több szörképlet. A fedőszőrök között számos két fejsejtes ülő mirigyszőr található (2. kép inzer).

A **csészén** a *Salvia sclarea* esetében a merev fedőszőrök mellett három különböző típusú mirigyszőr különíthető el. A „klasszikus” *Lamiaceae* típusú, nagy szubkutikuláris üreggel rendelkező ülő mirigyszőrökön kívül jelentős számú kisméretű és nagyméretű nyeles mirigyszőr is megjelenik (3. kép). A területegységre eső mirigyszőrszám a szőrök méretével fordítottan arányos. Az össz mirigyszőrszám a kétéves biotípusnál kismértékben meghaladja az egyévesét, ami közvetlen összefüggésben lehet annak magasabb illóolajtartalmával. A szörképletek alakjuk és számuk mellett szekréciós termékeiben is különbözhetnek. Jelen munkában kimutattuk a *Lamiaceae* típusú mirigyszőrök termékeinek autofluoreszcenciáját. A nyeles szőrökben fluoreszcens termék nem akkumulálódik.

I.3. Az egy- és kétéves biotípusok jellemzése biokémiai markerekkel

Fotoszintetikus aktivitás:

A kétféle muskotályzsálya biotípus élettani jelenségeinek, asszimilációs potenciáljának összehasonlítása céljából 2003-ban és 2004-ben vizsgálatokat végeztünk a szelektált egyéves törzs illetve a kétéves 'Akali' fajta bevonásával. A méréseket a CO₂ fixálásra, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére és a klorofill fluoreszcenciára fókuszáltuk (Mihalik et al., 2005).

Megállapítottuk, hogy a CO₂ megkötést alapvetően a levél kora befolyásolta, és nem a biotípus. Míg az idősebb levelek jellemző fixálási értéke mintegy 10 μmol CO₂ /m²s volt, addig a fiatalabb leveleké szignifikánsan több, 16 μmol CO₂ /m²s, ami azonban mind az egyéves mind a kétéves típusra jellemző.

A fotoszintetikus pigmentek közül a fiatalabb levelek tartalmaztak többet. Mind a klorofill a/, mind a klorofill b/ valamint a karotinoidok az idősebb, bazális tölevelekben 10-20%-al nagyobb koncentrációban mutathatók ki, mint a középső, szárlevelekben. Az idősebb levelekben a klorofilla/b arány is alacsonyabb. A pigmenttartalommal kapcsolatos eredmények azonban szintén nem voltak különböznek a két biotípusban.

A klorofill fluoreszcencia mérések eredménye a fentiekkel szintén összecseng. A fotoszintetikus elektron transzport ráta (ETR) valamint az NPQ kapacitás biotípustól függetlenül a fiatalabb levelekben volt magasabb, ami ezeknek a szárleveleknek a magasabb fényintenzitásra való felkészülését tükrözi.

Vizsgálataink tehát összességében arra utalnak, hogy a *Salvia sclarea* első évtől virágzó törzsének intenzívebb növekedése és generativitási hajlama nem a nagyobb fotoszintetikus hatékonyság következménye, hanem a az apikális merisztéma erősebb aktivitása és a gyorsabb fejlődés eredménye.

Enzimaktivitás:

A kétféle *Verbascum phlomoides* biotípus élettani- biokémiai különbségeinek kimutatására a peroxidáz és polifenol-oxidáz enzimek aktivitását vizsgáltuk Flurkey, Jen (1978) által közölt módszerrel. A kétéves alapfaj valamint a 'Napfény' fajta azonos körülmények között nevelt egyedeiről két mérősorozatban a./ egyrészt a különböző korú töleveleket (az apikális résztől kifelé 1-6 régióban), b./ másrészt a szárleveleket 3 (alapi, középső és felső régióban) hasonlítottuk egymással össze.

A mérési adatok szerint a peroxidáz enzim (POD) aktivitása a legfiatalabb levelekben a legalacsonyabb (0,2 U/ml), majd a levél korával növekszik, s a 4-5. régióban (kifejlett levelek) a legmagasabb (0,9 U/ml), majd a legöregebb levelekben ismét kissé csökken (0,6-0,8 U/ml), (1. ábra). Ez a jelenség mindkét ökotípusban azonosan mérhető.

A szárlevelekben virágzás idején mindkét típusban a POD aktivitás egy nagyságrenddel magasabb, de tendenciájában a fentebb ismertetettekhez hasonló: az idősebb levelekben (4-5 U/ml) mintegy kétszeres a fiatalabbakhoz (1,5-2,5 U/ml) képest.

A polifenol oxidáz enzim aktivitása a tölevelekben kevésbé függ egyértelműen a levelek korától, viszont nagyságrendje eltér a két ökotípusban: az egyéves fajtában mintegy háromszoros értékeket mértünk az alapfajhoz viszonyítva (2. ábra). A szárlevelekben ennek az enzimnek az aktivitása is megsokszorozódik, és a fiatalabb levelekben 150-200 U/ml, az idősebbekben 220-250 U/ml. A két taxon között ekkor nem mutatkozik szignifikáns különbség.

Összességében megállapítható, hogy a két modellfaj esetében a tanulmányozott biokémiai-élettani paraméterek közül csupán az ökörfarkkóró polifenol oxidáz aktivitásában mérhető lényeges eltérés az egyéves fajta javára. Ez összefüggésben lehet a gyorsuló anyagcserével, ami a növények virágzásakor már nem jelentkezik.

II. A hatóanyagprodukciónak módosító ökológiai és technológiai tényezők

II.1. A vetésidő hatása

Az egyedfejlődés, a juvenilis szakasz hosszának jelentőségét valamint a környezeti feltételeknek ebben játszott szerepét a drog- és hatóanyagprodukciónak vetéssorozatok alkalmazásával tanulmányoztuk. A kísérletek az I.1. pontban folytatott vizsgálatokkal azonos termőhelyen állítottuk be. A kísérletbe vont taxonok és a hatóanyagelemzési metodikák az I.1. pontban megadottak voltak. A vetésidőket az eredménytáblázatok tartalmazzák. A kísérletek

további körülményeit, a részletesebb mintavételi és mérési metodikákat közleményben megadtuk (Bodor, Németh, Csalló, 2005).

A **muskotályzsálya** két ökotípusa évjárattól függő fejlődési ütemet mutatott, a gyorsabb növekedés egyiket sem jellemzi stabilan (4. táblázat). Bár a tél beállta előtt mindhárom évben hasonló fejlettséget ért el, a kétéves alapfaj áttelelése mégis határozottan jobbnak ítéltető, mint az egyévesekre szelektált változaté. A kettő közötti különbség különösen az első télen nyilvánul meg. A tömegmaradási adatok alapján arra következtethetünk, hogy a növény mag formájában jól áttelel, de ha a téli fagyok a már csírázásnak indult magot vagy fiatal növényt érik, erősen károsodik. A 4 mm gyökérnyak átmérőt elért egyedek már ismét ellenállóbbak. Feltételezhető, hogy az ősszel nem kelt vetések az első télen a november második felében jött ismételt felmelegedés (hőmérséklet maximumok 15-20 °C között(!) alatt csírázni kezdhettek, s emiatt károsodtak erősen. Jellemző azonban, hogy a kétéves változatot ez nem érintette.

A muskotályzsálya változatok virágszárát fejlesztő egyedeinek aránya az erre szelektált populációban csaknem minden esetben magasabb is (5. táblázat). Őszi vetésben illetve három évből kettőben a kora tavaszi vetésben is, rendszeresen eléri a 100%-ot (4. kép). Az áprilisi vetésekben az eredmény évjárat függő, de 50%-ot nem halad meg. A kétéves alaptípusra jellemző, hogy -bár májusi felméréseink alapján a levélszámmal jellemezhető töfejlettségben lényeges eltérés nem mutatkozott a két típus között (3,8-7,1 db/tő),- a virágzása mindig gyengébb. Őszi vetésben kielégítő eredményt mutat, (60-100% virágzás), tavaszi vetései azonban kizárólag egy esetben 2004 márciusban adtak elfogadható eredményt.

Ebben az évben egyébként a többi tesztnövényünk tavaszi vetései is lényegesen nagyobb arányban virágoztak, mint a másik két ciklusban (7. és 9. táblázat). Ennek oka feltehetőleg a mérsékelt, kiegyenlített tavaszi időjárás (3. ábra). Március 18 (első tavaszi vetés) és április vége között a napi minimum hőmérsékletek sokáig 5 °C közelében, és mindenképp 10 °C- alatt, a maximum értékek pedig rendszeresen 15 °C alatt vagy körül maradtak. Nem fordult elő jelentősebb hirtelen felmelegedés, de tartósabb fagy sem, ugyanakkor ebben az évben a többihez képest többszörös mennyiségű csapadék hullott, ami a magvak gyors csírázását és a növények gyors fejlődését segíthette.

A kísérleteink során a különböző időpontokban vetett állományok virágzási arányaiból arra a következtetésre juthatunk, hogy a muskotályzsálya vernalizációt igényel, ami nem jelent feltétlenül fagyhatást, de 15°C körüli hőmérséklet már az indukciós tartomány felső határa. A hideghatás időtartama legalább 4-5 hét legyen. Amennyiben ez nem teljedett, a robusztus fejlődésű tövek nyár végéig sem jutottak el a generatív fázisba, tehát obligát hidegigényű. A hideghatás felvétele már csíranövény kortól lehetséges, felső határa valószínűleg nincs, mivel az első évben nem virágzó növények a vetés utáni második évben Magyarországon mindig szárra mennek. A virágzás természetes körülmények között hosszúnappalon következett be, a nappalhossz szerepét provokatív feltételek között nem vizsgáltuk. A természetes variabilitást kihasználó tömegszelekcióval a vernalizációs igény mérsékelhető, a vizsgált törzs ezt reprezentálja. Az állományokban tapasztalt néhány százaléknyi indukció nélkül (április közepi vetések) is virágzó egyed arra utal, hogy a virágzási hajlam tovább javítható, és feltehetőleg kvantitatív (poligén) öröklődésű.

A különböző vetésidők hatása a virágzatok megjelenésének időpontjára évjárattól függően nyilvánult meg. Az első évben alapvetően a kora őszi vetések mutattak 2-3 héttel korábbi virágzást is, a második és harmadik évben pedig csak a legkésőbbi tavaszi vetések virágszárainak megjelenési ideje nyúlt el mintegy 2 héttel. Lényeges, hogy ebből a szempontból az egy illetve kétéves változatok hasonlóan viselkedtek (4. és 5. ábra).

A vetésidő a területegységre jutó drogprodukcióra nem gyakorolt egyértelmű hatást (5. táblázat). Ezt alapvetően a parcellák beállottsága determinálta, valamint az egyedi tö

hozamok, ami rendkívül variábilis, mint fentebb is említettük. Ez mindkét taxonra jellemző. Összességében, úgy tűnik, legmagasabb produkciót a késő őszi vetésben -illetve az egyéves változat kora tavasszal is- adják.

A muskotályzsálya beltartalmi tulajdonságainak alakulására a vetésidők nem gyakoroltak kimutatható hatást. Ez feltételezhetően azzal függ össze, hogy a virágzási dinamikát sem érintette nagy mértékben a vetésidő –ld. fentebb-, így a virágzatok kifejlődésének időszaka az esetek többségében azonos időjárási körülmények között zajlott. Az első évben kivétel ez alól a legelső vetésidő, ami korábban virágzott és egyúttal valamennyi paramétere magasabb, - illetve a szkláreol alacsonyabb -, mint a többi állományé (5. táblázat). Virágzásának időszakában (június vége) igen meleg és száraz idő volt, míg később többször hullott csapadék.

Bár a vetésidők között nem, a genotípusok között jellemző eltérések mutathatók ki a hatóanyagok szintjében. Megerősítést nyert, hogy a kétéves taxon gyakran akár 40%-al magasabb illóolajtartalmat produkál, benne 0-53%-al magasabb linalool- és átlagosan 10-20%-al több linalilacetát aránnyal. A szkláreol ezzel szemben az egyéves változatban több megbízhatóan, egyes esetekben akár 100%-al is.

Összességében tehát a két taxon számos tulajdonságban illetve reakcióban eltérő, amit az alábbiak szerint foglalhatunk össze:

<u>Tulajdonság</u>		<u>Azonos</u>	<u>Különböző</u>
<i>Élettani</i>	Fagytűrés		x
<i>Fenológiai</i>	Fejlődési dinamika	x	
	Virágzási arány		x
<i>Morfológiai</i>	Levéllemez hossza		x
	Levélszám	x	
	Növénymagasság		x
	Virágzatok hossza	x	
	Virágzat elágazásszám		x
<i>Produkciós</i>	Droghozam	x	
<i>Fitokémiai</i>	Illóolajtartalom		x
	Io. linalooltartalom		x
	Io. linalilacetát tartalom		x
	Io. szkláreoltartalom		x

Úgy tűnik tehát, hogy a *Salvia sclarea* elsőévi virágzásra szelektált populációja az alapfajtól jellemzően nem csak fenológiai, hanem kémiai is stabilan eltérő változat, s a faj új kemovarietását reprezentálja.

A **szöszös ökörfarkkóró** két tanulmányozott ökotípusa rendszeresen megfigyelhető eltérést mutatott a fejlődésük ütemében (6. táblázat). Míg az egyéves változat már az őszi vetések után kicsírázott, addig a kétéves típus egyetlen kivételtől eltekintve, csak tavasszal. Eredményeink arra utalnak, hogy ebben jelentős szerepe van a vad típusú és a nemesített anyagok eltérő csírázásbiológiai tulajdonságának. Míg a vad populációk már a csírázáshoz is hideghatást igényelnek, addig a szelekció –közvetett módon- az egyéves fajta esetében gyorsabb és egyöntetűbb csírázást is eredményezett. Ezzel magyarázható az is, hogy különösen a késő tavaszi vetésekben a kétéves típus mindig hiányosan vagy nem kelt. Termesztés esetén tehát tapasztalataink szerint a kétéves típusok vetőmagját feltétlenül rétegezni szükséges.

Az ökörfarkkóró parcellák valamennyi vetési időpont után, lényegében az ősszel elért fejlődési fázistól függetlenül jól teleltek, s fagykár nem volt mérhető. A parcellák beállottsága

a vetést követő vagy a vetési évben kivétel nélkül 90-100%. A kétéves taxon esetenként nem teljes beállottságú parcellái alapvetően a csírázási hiányosságokra és nem a fagykárra vezethetők vissza. Ebben valószínűleg szerepe van annak, hogy ez a faj a muskotályzsályától eltérően hazai flóraelem, s téltűrése egyértelműen jobb, mint a mediterrán származású *Salvia*é.

A kikelt növények további növekedése során is tapasztalható az egyéves változat gyorsabb fejlődési üteme. Májusra 8-38%-al több levelet fejlesztettek, mint a kétéves alapfaj.

Az egyéves fajta valamennyi őszi vetésben illetve a kora tavaszi vetésben mindhárom évben gyakorlatilag teljes mértékben (90-100%) generatív fázisba jutott, virágzott (7. táblázat). A tavaszi vetésekben 70-100%-os arányban fejleszt virágszárat, de a későbbi vetésidőkben ez még csökkenhet. A kétéves taxon ősszel vetve – évjáratától függően – 70-90%-ban virágzik, tavasszal viszont legfeljebb a legkorábbi vetésidőben (40-90%), később teljesen bizonytalan (5. kép). Leggyengébb volt ebből a szempontból a 2005-ös tenyészév, annak ellenére, hogy a növények májusra a legfejlettebb állapotba ebben az évben jutottak el (4-5 db levél/tő, 7-12 cm hosszú levelek). Különösen feltűnő ez a tavaszi vetések esetében, ahol az egyéves fajta is csak 50-90%-ban fejlesztett virágszárakat. Ezen időszak tavaszi időjárására az erőteljes, többszöri hirtelen felmelegedés jellemző, március közepe és április vége között a maximum hőmérséklet rendszeresen megközelítette vagy meghaladta a 20°C-ot (3. ábra). A muskotályzsályához hasonlóan ez már a megfelelő virágzásindukció gátja lehet.

A növények virágzásdinamikájára jellemző, hogy a vetésidő jelentős hatással van a virágszárak megjelenésének időpontjára, mind a két taxonban (6. ábra). Az első és az utolsóként virágzó parcellák fenológiai jellemzői között 3-4 hét eltérés is lehet. Az évjárat hatása a virágzatok kifejlődésében és a virágzás lefutásában markánsan megnyilvánul. Így a 2004-es forró nyári időszakban a fokozatosan induló hajtásfejlődés ellenére az állományok a teljes virágzást egyszerre érték el. Ugyanígy egybecsúszott az egy- és kétéves taxonok virágzási ideje is, ami kiegyenlítettebb időjárás esetén 2-3 héttel különbözik: az egyéves fajta korábbi.

A *Verbascum* növények virágdrog hozama az őszi vetésű parcellákon 1,1-1,9-szer magasabbnak bizonyult, mint előtte vagy utána. A virágzási arányokhoz hasonlóan, (és attól erősen függően), az egyéves fajta esetenként magas hozamot produkál a koratavaszi vetésben is. A drogprodukciónak szempontjából a két változat a vetésidőre hasonlóan reagált.

A *Verbasci flos* beltartalmi tulajdonságainak értékei, a duzzadási érték (nyálkatartalom) illetve rutin (flavonoid) tartalom egyaránt a kétéves alapfajban bizonyult magasabbnak. A nyálkatartalom 1-2 %-al, a rutin arány 0,1-2%-al. A vetéssorozatban a nyálkatartalom emelkedő tendenciájú a későbbi vetésekben. A nyálkát (poliszacharidokat) a növény leggyakrabban tartalék tápanyagként halmozza fel, nem egyértelmű ez azonban esetünkben a virágzatokban, hiszen a virágzatok élettartama igen rövid, és semmiképpen nem szolgálnak kitartó szervként. A rutintartalomban vetésidőre visszavezethető tendencia nem figyelhető meg, jelentős itt azonban az évjárat hatása (5. táblázat). Leggyengébb rutintartalmakat (1% alatt) 2005-ben állapítottunk meg, amikor is a növények fő virágzatgyűjtési időszakában (augusztus eleje) a hőmérséklet lényegesen elmaradt a sokévi átlagtól illetve szokatlanul nagy mennyiségű csapadék hullott. Ugyanakkor a maximális értékeket produkáló 2003 nyarán a hőmérséklet maximuma a virágzási időszakban tartósan megközelítette a 35 °C-ot.

Összességében tehát a két ökörfarkkóró taxon a legtöbb felmért tulajdonságban, különbözik, hatóanyag jellemzőik, termesztési értékük is eltérő:

<u>Tulajdonság</u>		<u>Azonos</u>	<u>Különböző</u>
<u>Élettani</u>	Fagyűrűs	x	
	Csírázási erély		x

<i>Fenológiai</i>	Virágzási arány		x
	Fejlődési ütem		x
	Virágzási dinamika		x
<i>Morfológiai</i>	Levéllemez hossza		x
	Levélszám		x
	Növénymagasság		x
	Virágzatok hossza		x
	Virágzat elágazásszám	x	
	Virág átmérő		x
<i>Produkciós</i>	Droghozam	x	
<i>Fitokémiai</i>	Duzzadási érték		x
	Rutintartalom		x

Adataink azt tanúsítják, hogy a fajtaelőállítás során a virágzási hajlamra történő szelekció egyidejűleg több más, értékes tulajdonságra is kiválogatást eredményezett, és így a vizsgált taxonok a faj különböző varietasait képviselik. Az egyéves fajta esetében a gazdaságos termesztéshez a jövőben a hatóanyagokra történő szelekciót is meg kell célozni.

A **konyhakömény** esetében az ökörfarkkóróhoz hasonlóan már a csírázási fenofázisban detektálhatók a két fajta közötti eltérések. A fejlődési ütemben a legnagyobb eltéréseket 2003-2004-ben, a legcsekélyebbeket 2004-2005-ben mértük. Az egyéves fajtát gyorsabb csírázás és kezdeti növekedés jellemzi, májusig 0,5-1 db-al több levelet fejleszt, 3-5 cm-el magasabbra nő.

Áttelelésükre jellemző, hogy az eredetileg mediterrán flóraelem, az egyéves fajta kivétel nélkül minden télen elpusztult, fagyérzékenysége nagy (8. táblázat). Hazánkban áttelelő vetésben nem, legfeljebb tél alá vetéssel termesztethető. Méréseink szerint az ősszel ki nem kelt parcellák tavasszal enyhe fejlődési előnnyel rendelkeznek, de virágzásuk már nem számottevően korábbi (itt nem részletezett adatok). A kétéves fajta mérsékelt éghajlati flóraelem, vad taxonja hazánkban is megtalálható. Ennek ellenére váratlan volt az a tapasztalat, hogy a kétéves anyag vetései is ritkán teleltek megfelelően, különösen a 2003-2004 év telén fagytak el. Figyelembe véve a vetések őszi fejlettségét is, úgy tűnik, hogy hazánkban a kétéves konyhakömény áttelelése csak akkor mondható biztonságosnak, ha a tél beálltának idejére legalább 2 mm gyökérnyak átmérőt elér, vagy a téli időszakra a mag csírázása meg sem indul. A tradicionális kétéves termesztésben Magyarországon a tavaszi vetés megbízhatóan áttelel.

Az állományból a virágzó tövek aránya az egyéves fajta esetében a tavaszi vetésekben 85-100% a kétéves fajta viszont a legtöbb esetben nem virágzott (9. táblázat). Kivételt jelent itt a 2005 április közepi vetés, ahol az egyéves töveknek is csak az 50%-a virágzott. Ez a jelenség nagyon hasonló a *Verbascum* késő tavaszi vetésben tapasztaltakhoz (ld. feljebb). Ebben az évben viszont a kétéves fajta előző szeptember végi vetései is 60%-ban virágoztak. További jellegzetesség, hogy 2004-ben a kétéves fajta egyedei – bár a parcellák kelése rendkívül hiányos volt – tavaszi vetésben is virágzatokat fejlesztettek. Ebben a konyhakömény a kétéves zsálya és ökörfarkkóró növényekhez hasonló reakciót utat!

Korábbi közleményekben, hibrid köménytörzsekkel folytatott vetésidő kísérletek során megállapítottuk, hogy az októberi vetésű állományok, -bár átteleltek-, vernalizáció tekintetében elmaradtak az augusztusi vetésűektől, és virágzásuk ritkább, virágzatuk kisebb lett (Zámboriné-Juhász, 1999). Valószínűsítettük, hogy a késői vetés nem teszi lehetővé az indukcióra érzékeny fenológiai fázis (megfelelő nagyság) elérését a tél bekövetkeztéig. Jelen vizsgálataink ezt megerősítik, és egyben a nagyon erős évjáráti hatásra, valamint a fejletlen egyedek fagyérzékenységre is rámutatnak.

A virágzási dinamikák részletesebb értékelése elsősorban a 2004 évi adatok alapján lehetséges. Megállapítottuk, hogy a különböző időben virágzó állományok virágzási időszaka között kisebb, de határozott eltolódás mutatkozik. Elsősorban a legutolsó vetési időben (április közepe) vetett állományok virágzása tolódik 1-2 héttel későbbre. Ebben a két változat alapvetően nem különbözik.

A kezelésekben szereplő vetésidők közül az egyéves fajta a kora tavaszi vetésben ad maximális produkciót, míg a kétéves fajta –amennyiben egyáltalán áttelel- kizárólag a szeptemberi vetésben biztosít értékelhető hozamot (9. táblázat). Az egy- és kétéves kömény parcellák területegységre vetített hozamai a rendkívül eltérő tőszám-viszonyok miatt nem hasonlíthatók össze. A termésméretet (ezermagtömeg) a vetésidő nem befolyásolja számottevően. A kétféle változat összehasonlítására ilyen szempontból csak 2004-ben nyílt lehetőség, amikor is az ezermagtömegek nem tértek egymástól lényegesen. Ez a hagyományos tapasztalatoknak ellentmond és valószínűleg erős évjárat hatást tükröz.

Az egyéves kömény különböző vetésidejű parcelláinak termés-illóolajtartalma nem jelez egyértelmű tendenciát, és a vetésidő hatása nem mutatható ki. Hasonló érvényes az illóolaj karvontartalmára és azzal összefüggő limonén-arányára is. A taxonok összehasonlítására a vetésidő hatását illetően a hiányos kelések és áttelelések miatt nincs mód.

A kísérleti köményállományok felmért tulajdonságaira alapozva, azokat összegezve, az alábbi összehasonlítást tehetjük:

<u>Tulajdonság</u>	<u>Azonos</u>	<u>Különböző</u>
<i>Élettani</i>	Fagytűrés	x
	Virágzási arány	x
<i>Fenológiai</i>	Fejlődési ütem	x
	Virágzási dinamika	x
<i>Morfológiai</i>	Levéllemez hossza	x
	Levélszám	
	Növénymagasság	x
	Ernyőszám	x
	Ernyő átmérő	x
<i>Produkciós</i>	Droghozam	x
	Ezermagtömeg	x
<i>Fitokémiai</i>	Illóolajtartalom	x
	Io. karvontartalom	x

A konyhakömény egy- és kétéves taxonjai tehát jellegzetes eltéréseket mutattak a vizsgálati évek során a legtöbb tulajdonságban, s ezek stabilan megnyilvánultak.

A három modellfaj esetében tehát az egy- és kétéves típusok optimális vetésideje nem teljesen azonos. A muskotályzsálya egyéves típusát kora tavaszi vetéssel, míg a kétéveset áttelelő vetésben, kora ősszel vetve legbiztonságosabb termesztani. A legkevésbé érzékeny hazai flóraelem, a szöszös ökörfarkkóró a vetésideje rugalmasabban kezelhető: egyéves fajtája ősszel vagy tavasszal április közepéig vethető, a kétéves változat ősszel vagy korán tavasszal. A konyhakömény egyéves fajtája csak tavaszi vetésben marad meg, és a kétéves változat sem telel át biztonságosan, ezért ennek vetése a megelőző év tavaszán kell, hogy történjen, a hagyományos technológiát követve.

II/2. A termőhely hatásának érvényesülése

A II/1. pontban ismertetett vetésidő kísérletet párhuzamosan beállítottuk a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Kutató Központja, kisvárdai Teichmann telepén (5 m² parcellák) is, 2002 szeptemberétől 2005 szeptemberéig. A terület mind talajában, mind éghajlati adottságaiban jelentősen eltért a soroksári környezettől (Bodor, Zámoriné, Csalló, 2005). Célunk az volt, hogy megvizsgáljuk: az előző fejezetben ismertetett eredményeket hogyan módosítja az eltérő termőhely illetve a van- e eltérés a biotípusok reakciójában a termőhelytől függően.

A **muskotályzsálya** Kisvárdán tapasztalt áttelelése a soroksárihoz képest gyengébbnek bizonyult. Különösen 2003-2004 év telén, amikor az őszi vetések mind károsodtak, sőt a legkorábbiak meg sem maradtak. (Elképzelhető, hogy ez nem kifagyás, hanem felfagyás eredménye. A kétéves anyagok ezzel együtt jobb téltűrővel rendelkeztek, mint a szelektált törzs, minden évben legalább 50%-ban megmaradtak. Az egyéves taxonnál különösen kedvezőtlen a fagyűrő nagy változékonysága: egyes időszakban a kétévessel egyező, máskor annak töredéke.

A virágzási arányok a soroksárihoz igen hasonlóan alakultak. Csupán - az ott is kedvező- 2004-es évben kaptunk még a soroksárinál is teljesebb virágzást, és még az április közepi vetésekben is legalább a tövek fele generatív fázisba ment. A másik két évben az egy- és kétévesek közötti eltérés érvényre jutott.

A virágzásdinamikára itt is jellemző az erős évjárat hatása. A vetésidők közötti időbeni virágzás eltolódás alapvetően a legelső őszi és a legkésőbbi tavaszi vetések valamint a közbeesők között volt határozottan megfigyelhető. Az egy- és kétéves változat virágzásdinamikája itt is hasonló egymáshoz.

A vetésidőnek a területegységnyi drogtömögre valamint annak illóolajtartalmára gyakorolt hatása hasonlóan ítéltető a soroksárihoz. Az egyéves fajta lényegesen alacsonyabb illóolajtartalma azonban itt kevésbé, csak az első évben érvényesül jelentősen. A drog további beltartalmi értékei (illóolaj fő komponensei, szklareol) a soroksárihoz hasonló eredményeket tükröztek: a vetésidőnek nem, a genotípusnak kimutatható hatása volt. Megemlítendő, hogy a Soroksáron mérthez képest a linalilacetát magasabb (40% feletti), viszont a szklareol fele-kétharmadnyi értékeket mutatott, de ez a reakció mindkét anyagban kimutatható.

A **szöszös ökörfarkkóró** parcellái Kisvárdán gyengébb beállottságot mutattak, mint Soroksáron. Ez különösen a kétéves taxonra jellemző, ahol a tavaszi vetésben rendkívül gyéren keltek. Ez megerősíti a kétéves anyag bizonytalan csírázásáról írtakat. Az áttelelés tekintetében jellemző eltérés a két termőhely között, hogy az őszi vetésekben, -amelyek már ősszel kis keltek,- igen gyenge volt az áttelelés, csak egy alkalommal (2004-2005 egyéves fajta) maradt tavaszra értékelhető növény,

Az egyéves fajta itt is gyorsabb fejlődési ütemet mutatott, mint az alapfaj, ami megerősíti e tulajdonság genetikai rögzítettségét. A növények virágzási aránya Kisvárdán minden évben csaknem teljes volt. A két taxon közötti eltérést a tavaszi vetésekben a kétéves anyag rossz csírázása miatt nem ítéltjük meg pontosan.

A *Verbascum* növények virágzási üteme a Soroksáron tapasztaltakhoz hasonlóan alakult, s a taxonok egymáshoz hasonlóan viselkednek. A termőhelyi hatás abban nyilvánul csak meg, hogy a szárbaindulás 2-3 héttel később jelentkezik minden parcellában, mint Soroksáron.

A droghozamban Kisvárdán nem tapasztaltunk lényeges eltérést a különböző vetésidők növényei között. A tavaszi vetések csak az egyéves fajtában értékelhetők, de nem maradnak el lényegesen a korábbiaktól (130-452 g/m²). A virághozam itt nem csak kiegyenlítettebb, hanem mintegy 20-30%-al magasabb is, mint Soroksáron.

A beltartalmi értékekre erősen hatott a termőhely. Míg Soroksáron mind a duzzadási értékkel jellemzett nyálkatartalom mind pedig a rutintartalom a kétéves egyedekben volt magasabb, addig itt nyálkában nem egyértelmű a különbség, a rutintartalom pedig legtöbb esetben az egyéves fajtában magasabb (akár 50-60%-al). A minták döntő többségében mindkét hatóanyag szintje Kisvárdán alacsonyabb, mint Soroksáron. Az erős évjárat hatása azonban mindkét termőhelyen egyaránt érvényesül.

A konyhakömény vetésekben az évjárat igen erőteljesen befolyásolta az állományok megmaradását és produkcióját. Kisvárdán az egyéves változat egyszer sem telelt át, s bár 2005-ben viszonylag nagy arányban (40-50%) beállt őszi vetésű állományokat is kaptunk, ez nyilvánvalóan tavaszi kelés eredménye. Itt a kétéves változat is csak 2005-ben maradt meg, amikor a két első vetésidőpontban még ősszel legalább a 4 mm gyökérnyak átmérőt elérte. Ezen a termőhelyen tehát a soroksárihoz képest még erőteljesebb őszi fejlettségre van szükség a megfelelő téltűréshez.

Sikeres áttelelés esetén a kétéves fajta a soroksárihoz hasonlóan, mintegy fele arányban virágzott a parcellákban. Az egyéves fajta tavaszi vetései teljes számban virágzárakat fejlesztettek. 2004 évben –Soroksárhoz hasonlóan– a kétéves fajta egyedeinek nagy része tavaszi vetésben is magszárba ment. Eredményeink alapján tehát pontosíthatók a konyhakömény vernalizációs igényére vonatkozó korábbi megállapításaink (Németh, Bernáth, Pluhár, 1997). Arra következtethetünk, hogy a vernalizációs virágzásindukció az 5 mm-nél kisebb gyökérnyak átmérőjű egyedekben is lehetséges, amennyiben a környezeti feltételek összhangja optimális és megfelelő ideig tart. A fagypont feletti, növekedést lehetővé tevő, de 10°C alatti hőmérsékletek kedvező induktív hatása megerősítést nyert.

A virágzatok megjelenésének időpontja 10-14 nappal korábbi, mint Soroksáron. Ugyanakkor a virágzás lezajlásának üteme azzal lényegében megegyező, elsősorban a legutolsó tavaszi vetésű parcellák virágzása húzódott el a többihez képest. A dinamikát azonban mindkét termőhelyen elsősorban az évjárat befolyásolta, és a taxonok erre hasonlóképpen reagáltak.

A drogprodukción – az ökörfarkkóróhoz hasonlóan – nem tapasztaltunk lényeges eltérést a vetésidő függvényében, és ez a soroksári mérésektől némiképpen különbözik. Kivétel ez alól az egyetlen alkalommal sikeresen áttelelt kora őszi vetés, amikor kiemelkedő hozamokat kaptunk (500-700 g/m²). A változatok közötti különbség az egyéves fajta előnyét mutatja, ami a köztermesztési tapasztalatokhoz hasonló, (bár ott sohasem azonos vetésidőben történik a termesztés).

A termések ezermagtömege Kisvárdán a hozamokhoz hasonlóan stabilabbnak bizonyult, mint Soroksáron. Itt sem a vetésidőpont, sem az évjárat nem befolyásolta számottevően. Azonos vetésidőjű parcellákon az egyéves változat 2,9-3,2 g ezermagtömegéhez képest a kétévesnél 2,7-3,0 g-ot mértünk, a különbség kisebb, mint a szakirodalomból ismert adatok (Zámboriné, 2005).

A termések illóolajtartalma az egyéves fajtában alacsony (átlagosan 1,8%), a kétévesben igen alacsonynak (átlagosan 2,6%) mondható, és a vetésidő nem befolyásolja egyértelműen. Meglepő módon a két fajta között ismert különbség (Bernáth, 2000) sem igazolható. Az illóolaj karvontartalma az eltérő vetésidőkben stabil, magas (50-58%), és az illóolajtartalomhoz hasonlóan, a taxonok között eltérés nem jelentkezik. A beltartalmi értékek tehát abszolút értékben nem, de a vetésidőtől való függetlenségükben a soroksárihoz hasonlóan jelentkeztek.

A három modellfajhoz kötődő eredményeink tehát arra utalnak, hogy a termőhely jelentős hatással van az elvetett magvak kelésére, fejlődésére, áttelelésére. Nagy valószínűséggel ezt elsősorban a csapadék, és kevésbé önmagában a hőmérséklet befolyásolja. Az állományok virágzási hányadára azonban az adott évjárat jellege hat

döntően, és a vizsgált távolságokon belül a termőhelytől és annak időjárásától kevésbé függ. Az optimális vetésideő módosul: az őszi vetések legfeljebb igen későn, tél alá vetésként javasolhatók, viszont a tavaszi vetés a kisvárdai termőhelyen még április közepén is jobb eredményt adott, mint Soroksáron, és a drogprodukciónak kiegyenlítettebb. Jelentős modifikáló hatása lehet továbbá a termőhelynek a hatóanyagtartalomban, annak nagyságrendjében, de a *Verbascum* esetében még az ökotípussal való kölcsönhatás is kimutatható. A termőhelyi hatásokat fajonként összefoglalóan a 10. táblázat közli.

II/3. A virágzásindukció tanulmányozása kondicionált környezeti feltételrendszerben

Az alacsony hőmérsékletek induktív hatását fitotronban tanulmányoztuk a *Verbascum phlomoides* kétéves alapfaj vadon termő populációjából begyűjtött valamint egyévessegre szelektált 'Napfény' fajtáján 2004-ben. A kétéves populáció magjának egy részét a vetés előtt 10 napig fagyasztottuk, másik fele illetve az egyéves fajta kezeletlenül került vetésre. Mindkét anyagból a 4-5 leveles palántákat ültettük a klímasekrénybe. A hőmérsékleti indukciót a./ 2 hét illetve b./ 5 hét 8/5 °C (nappali/éjszakai) hőmérséklet jelentette, rövidnappal mellett. A kontroll növényeket ezalatt 17/12 °C-on hosszúnappalra neveltük. Az indukció után a hőmérsékletet 5 hét alatt 22/15 °C-ra emeltük, s a növényeket így neveltük tovább.

Négy hónap klímakamrában történt nevelés után megállapítottuk, hogy lényeges virágzást egyik kezelési változatban illetve a kontroll csoportban sem tapasztaltunk. A kétéves populációból egyetlen egy növény sem, míg az egyéves fajtából az egyedek egyharmada ment szárra mind a kontroll, mind a hosszabb vernalizációt kapott csoportban.

Eredményeink arra utalnak, hogy az alkalmazott hőmérsékleti tartomány a szösös ökörfarkkóró esetében a kétéves változat vernalizációs igényét nem elégíti ki, sőt, az egyévessegre szelektált fajta esetében sem teszi feltétlenül lehetővé a generatív szervek iniciálódását. Ez a tapasztalat részben van összhangban szabadföldi eredményekkel. A fentiekben is ismertetettek szerint ugyanis 2004 tavaszán mindkét termőhelyen kiemelkedő volt még a két éves anyagok virágzási aránya is, akkor, amikor a tavaszi minimumhőmérsékletek egészen májusig 10 °C, a maximum pedig 15 °C körül maradt. Leggyengébb virágzási arányt pedig 2005-ben tapasztaltunk, amikor a hőmérséklet legerősebben ingadozott és gyakran 20 °C vagy a feletti értékeket ért el. Úgy tűnik tehát, hogy bár még a 10 °C körüli hőmérséklet induktív lehet, fontos szerepe van az egyenletes és lassú melegedésnek is. A fitotronban alkalmazott 5 hetes időperiódus csupán reverzibilis indukciót tett lehetővé, és utána a gyorsan növekvő hőmérséklet deveralizációt idézett elő. A virágzásindukció vernalizációs szükséglet szempontjából a két változat közötti eltérés a részben jelentkezett.

A kondicionált körülmények között végzett kezelések azt is igazolták, hogy a kétéves alapfaj esetében a megfelelő és egyöntetű csírázás csak előhűtött/fagyasztott vetőmaggal biztosítható. Ez a kezelés nem csak a csírázóképeséget, hanem a kezdeti fejlődést is serkenti. Négy hónap után is egyértelmű volt ugyanis a fagyasztott magból származó egyedek növekedési előnye (átlag 19 levél szemben a nem fagyasztott vetőmaggal származók 16 levelével).

Többéves kísérleteink során megállapítottuk, hogy a három modellfaj virágzásindukciós szükséglete valószínűsíthetően egymáshoz nagyon hasonló. Valamennyi kvalitatív (obligát) vernalizációs igényű növény, ahol a hideghatás fagyponthoz feletti hőmérsékleteken is jelentkezik, de 15°C körül van a felső határ. A fajok között eltérés van abban, hogy milyen fenofázisban képesek az indukciót felvenni. Míg a konyhakömény meghatározott (mintegy 4 mm) gyökérnyak átmérővel válik érzékennyé, addig a másik két faj esetében a csírázás megindulásától tapasztalható az indukciós hatás. Az egy- és kétévesnek

nevezett biotípusok eltérése mennyiségi, nem minden esetben élesen mérhető különbség, hanem feltehetően elsősorban a vernalizációs periódus hosszára vonatkozik. Ehhez hozzájárul, hogy -bár fotoszintetikus aktivitásuk nem nagyobb, de enzimrendszerükben kimutatható eltérések vannak és bizonyíthatóan gyorsabb fejlődésűek. A kétféle ökotípus mindhárom faj esetében nemcsak fenológiai tulajdonságaiban tér el stabilan, hanem fagyűrészében, több morfológiai és hatóanyag jellemzőjében is, amelyek alapján *varietas* szintű megkülönböztetésük indokolt. A különböző származású köményváltozatok eltérése jelentkezik a legtöbb bélyegben, ezt követi az ökörfarkkóró alapfaja és az abból szelektált egyéves fajtája közötti különbözőség, míg a legkevésbé markánsan a muskotályzsálya két változata tér el, ahol a szelekció még rövidebb ideje folyik, fajtaelismerésre még nem is került sor. Optimális vetésidővel mindhárom fajban elérhető, hogy mindkét változat hasonló, maximális drog- és hatóanyagprodukciónak biztosítson. A konyhakömény kivételével a kétéves változatok esetében alkalmazható az áttelelő vetés is. Az optimális vetésidő fajonként, változatoként valamint termőközvetenként optimalizálendő. Célszerűnek látszik a téltűrés, a virágzási hajlam valamint a kívánt hatóanyagok szintjének nemesítéssel történő további javítása is.

Irodalom:

- Bernáth, J. (2000): Gyógy- és aromanövények, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Bodor Zs. - Németh É. (2004): Effect of life cycle on the production of mullein (*Verbascum phlomoides* L.) International Journal of Horticultural Science 2004; 10 (1): 123-125.
- Bodor Zs. – Zámoriné Németh É. – Csalló K. (2005): A vetésidő és a termőhely hatása a szöszös ökörfarkkóró (*Verbascum phlomoides* L.) egy- és kétéves ökotípusának produkciójára. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak. Gyógynövénytudományi Szekció. Budapest (2005. okt. 19-21.) Összefoglalók p. 122.
- Bodor Zs. – Németh É. – Csalló K. (2006): Produktionspotential ein- und zweijähriger Formen des Muskatellersalbeis (*Salvia sclarea* L.) und Einfluss unterschiedlicher Aussaatzeiten. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 2006; 1: 40-47. (In Press)
10. Deutsche Arzneibuch, (DAB 10), Bonn, (1988)
- Flurkey, W. - Jen, J.J. (1978): Peroxidase and polyphenoloxidase activities in developing peaches. Journal of Food Science. 43. p. 1826-1831.
- Kernóczi L.-né – Zámor I. – Tétényi P. – Héthelyi I.-né (1985): Új eljárás a szkláreol kinyerésére muskotályzsályából. Herba Hungarica. Tom. 24. No. 2-3. p. 131-140.
- VII: Magyar Gyógyszerkönyv, Medicina, Budapest (1986)
- Mihalik E. - Lehocski E. - Bodor Zs. - Z. Németh É. (2005): Photosynthetic and morphological characters of leaves of the annual and biennial *Salvia sclarea* biotypes. 8th Hungarian Congress on Plant Physiology. Szeged (2005. aug. 22-25.) Proceedings p.161-163.
- Németh, É- Bernáth, J. - Pluhár, Zs. (1997): Factors influencing flower initiation in caraway (*Carum carvi* L.) J. of Herbs, Spices and Med. Plants, 5 (3), p. 41-50.
- Wagner, H. – Bladt, S. (1996): Plant Drug Analysis. A Thin Layer Chromatography Atlas. Springer Verlag. Berlin. P. 203-228.
- Willuhn, G. (1997): *Verbasci flos*. In Wichtl, M. (Hrsg.): Teedrogen und Phytopharmaka. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart. p. 609-610.
- Zámoriné Németh, É. (2005): Konyhakömény (*Carum carvi* L.) populációk taxonvizsgálati metodikája, az egyes növényi tulajdonságok gyakorlati jelentősége. „A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben” Kertgazdaság, Különkiadás. 209-220.

Zámboriné Németh, É.- Juhász, A. (1999): Új konyhakömény taxon termesztésének lehetőségei Magyarországon, A gyógynövénykutatás aktuális kérdései: terpenoidkémia, kemotaxonómia c. Tudományos Szimpózium, Okt. 21-22. Szeged, Gyógyszerészet, 43, 502-503.

Táblázatok, képek, ábrák

1. táblázat A *Salvia sclarea* egyéves szelektált törzs és a kétéves alapfaj jellemző tulajdonságai

	2003				2004				2005			
	1 éves átlag		2 éves CV%		1 éves átlag		2 éves CV%		1 éves átlag		2 éves CV%	
morfológia												
növénymagasság (cm)	62	15	88	17	105	8	163	10	90	10	123	19
alsó levél hossza (cm)	14	20	14	22	19	16	19	16	18	25	20	25
virágzat hossza (cm)	47	20	50,8	25	66,9	15	59,8	14	62,8	15	61,3	16
elágazásszám (db)	13,5	27	11,7	23	11,6	23	16,9	20	12,6	17	16,7	15
Hozam												
friss hozam (g/tő)	88	32	317	65	287	53	160	43	226	56	514	58
Hatóanyag												
illóolaj-tartalom frissből (ml/100g)	0,26	14	0,61	8	0,27	14	0,66	6	0,38	23	0,43	9
linalool-tartalom (%)	20	4	25	7	719	7	25	3	26	2	24	1
linalil-acetát tart. (%)	30	6	33	4	32	2	32	3	32	10	23	3
szkláreol-tartalom (%), illóolajban	28	5	17	20	30	7	16	2	24	36	16	6
szkláreol-tartalom (%) lepárlás utáni drogból	1,4	-	1,1	-	1,3	-	1,3	-	1,0	-	1,2	-

2. táblázat A *Verbascum phlomoides* egyéves fajta és a kétéves alapfaj jellemző tulajdonságai

	2003				2004				2005			
	1 éves átlag		2 éves CV%		1 éves átlag		2 éves CV%		1 éves átlag		2 éves CV%	
morfológia												
alsó levél hossza (cm)	30	17	22	25	27	15	26	38	25	26	26	13
növénymagasság (cm)	127	13	127	19	139	11	154	28	132	10	148	38
virágzathossz (cm)	85	23	75	25	81	30	91	41	73	19	91	49
elágazásszáma (db)	6,9	30	5,4	48	4,4	59	5,4	82	4,0	71	5,8	84
virágátmérő (cm)	4,8	9,3	3,9	12	4,4	9,5	3,7	7,4	4,19	12,2	2,9	14,8
virágszám/tő (db)	880	-	749	-	764	-	908	-	634	-	846	-
Hozam												
száraz hozam (g/tő)	30	55	29	62	23	38	13	46	16	27	22	50
Hatóanyag												
duzzadási érték (ml)	8,0	0	9,4	4	118	3	13,3	2	10,6	3	10,8	2
összflavonoid-tartalom (g/100g)	-	-			0,503	3,3	0,411	9,2	0,243	8,4	0,316	4,4
rutin (mg/g)	1,22	25	5,39	5	1,42	12	2,53	12	0,44	55	0,66	38

3. táblázat A *Carum carvi* egyéves és kétéves fajtája jellemző tulajdonságai

	2003				2004				2005			
	1 éves átlag		2 éves CV%		1 éves átlag		2 éves CV%		1 éves átlag		2 éves CV%	
morfológia												
magasság (cm)	51	13	56	18	51	18	77	10	64	9	53	14
tőlevél hossz (cm)	15	14	15	22	16	23	18	23	19	17	17	16
elágazásszám (db)	28	33	201	47	40	53	35	49	20	39	17	40
elsőrendű ernyő átmérője (cm)	7,08	14	6,91	23	6,31	19	5,8	25	7,4	16	6,8	20
Hozam												
hozam (g/10 m ²)	179	-	309	-	28	-	821	-	85	-	58	-
1000 magtömeg (g)	2,93	4	2,207	6	1,31	6	2,87	3	2,42	4	2,02	10
Hatóanyag												
illóolaj-tartalom (ml/100g)	3,31	4	4,53	18	2,85	0	4,80	7	2,56	7	5,05	3
karvon-tartalom (%)	57	3	64	7	46	1	60	2	51	3	42	2
limonén-tartalom (%)	42	4	34	13	52	1	37	3	48	3	56	2

4. táblázat Az őszi vetésű *Salvia sclarea* állományok fejlettsége és áttelelése

Év	Gyökérnyak átmérő (mm) novemberben		Tömegmaradás aránya (%)	
2002-2003	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves
2002. 09. 04.	3,8	4,0	100	100
2002. 10. 02.	1,0	1,1	6	100
2002. 10. 30.	(ősszel nem kelt)	(ősszel nem kelt)	5	100
2003-2004				
2003. 09. 26.	Szikleveles	szikleveles	50	60
2003. 10. 13.	Csírázni kezd	csírázni kezd	30	40
2003. 11. 24.	(ősszel nem kelt)	(ősszel nem kelt)	100	100
2004-2005				
2004. 09. 06.	1,8	1,6	30	30
2004. 09. 29.	1,3	1,3	20	40
2004. 10. 27.	Szikleveles	szikleveles	60	90

5. táblázat A *Salvia sclarea* virágzása, területegységre eső produkciója és beltartalmi mutatói különböző időben vetett állományokban

Vetésidők	Virágzási arány (%)		Friss hajtástömeg (g/m ²)		Illóolaj-tartalom (ml/100g)		Linalool-tartalom (io.%)		Linalil-acetát-tart. (io.%)		Szkláreol-tartalom (io.%)	
	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves
2002-2003												
2002.09.04.	100	100	1785	1304	0,54	0,63	26	26	32	31	19	20
2002.10.02.	100	70	209	1794	0,33	0,46	13	20	18	31	39	24
2002.10.30.	100	60	123	1258	0,30	0,38	14	23	19	29	49	24
2003.03.19.	100	5	792	0	0,26	0	20	0	30	0	28	0
2003.04.03.	na	0	na	0	na	0	na	0	na	0	na	0
2003.04.16.	na	0	na	0	na	0	na	0	na	0	na	0
2003-2004												
2003.09.26.	100	100	1122	1688	0,43	0,44	26	26	29	33	20	17
2003.10.13.	95	90	883	1022	0,50	0,54	26	27	30	31	21	18
2003.11.24.	100	100	1721	2295	0,32	0,51	21	29	32	37	30	15
2004.03.18.	100	90	2585	1630	0,27	0,51	19	28	32	35	30	16
2004.04.06.	45	50	963	1195	0,26	0,27	21	17	33	35	23	28
2004.04.16.	12	6	182	131	0,36	0,48	24	22	30	30	22	19
2004-2005												
2004.09.06.	100	95	991	752	0,25	0,36	24	26	31	35	27	18
2004.09.29.	100	100	861	1490	0,25	0,67	23	32	34	37	29	8
2004.10.27.	100	100	1720	2187	0,41	0,58	27	30	33	34	16	13
2005.03.19.	30	10	609	135	0,38	na	26	na	33	na	24	na
2005.04.05.	3	0	22	0	-	0	-	-	-	-	-	-
2005.04.15.	2	0	51	0	-	0	-	-	-	-	-	-

6. táblázat Az őszi vetésű *Verbascum phlomoides* állományok fejlettsége és áttelelése

Év	Gyökérnyak átmérő (mm) novemberben		Parcella beállottsága következő évben (%)	
	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves
2002-2003				
2002. 09. 04.	2,0	(összel nem kelt)	100	90
2002. 10. 02.	0,5	(összel nem kelt)	100	100
2002. 10. 30.	(összel nem kelt)	(összel nem kelt)	100	90
2003-2004				
2003. 09. 26.	Szikleveles	(összel nem kelt)	100	90
2003. 10. 13.	Szikleveles	(összel nem kelt)	100	90
2003. 11. 24.	(összel nem kelt)	(összel nem kelt)	100	100
2004-2005				
2004. 09. 06.	1,0	0,5	100	100
2004. 09. 29.	(összel nem kelt)	(összel nem kelt)	100	100
2004. 10. 27.	(összel nem kelt)	(összel nem kelt)	100	100

7. táblázat A *Verbascum phlomoides* virágzása, területegységre eső produkciója és beltartalmi mutatói különböző időben vetett állományokban

Vetésidők	Virágzási arány (%)		Virágdrog tömege (g/m ²)		Duzzadási érték (ml)		Rutin (mg/g)	
	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves
2002-2003								
2002.09.04.	100	90	170	230,2	8,33	9,83	4,06	4,25
2002.10.02.	100	90	186,9	228	8,83	9,42	4,22	5,39
2002.10.30.	100	90	262,4	167,9	8,33	10,92	3,7	4,64
2003.03.19.	100	40	262,7	69,8	8	-	1,21	-
2003.04.03.	100	40	173,3	48,2	-	10,33	-	2,06
2003.04.16.	100	nk	146,2	-	8,5	-	2,45	-
2003-2004								
2003.09.26.	90	65	127,5	72,4	12,67	12,93	1,55	2,86
2003.10.13.	100	75	180,1	87,9	10,9	13,27	1,51	2,53
2003.11.24.	100	85	201,5	192	10,93	13	1,51	1,81
2004.03.18.	100	100	206,4	56,9	11,83	13	1,42	2,04
2004.04.06.	100	nk	136,2	-	12,23	-	2,24	-
2004.04.16.	40	nk	58,6	-	12	-	2,59	-
2004-2005								
2004.09.06.	90	80	153	133,3	10	11	1,55	2,86
2004.09.29.	90	80	219,6	159,5	10,5	10,75	1,51	2,53
2004.10.27.	100	80	252,1	127,9	10,83	11	1,51	1,81
2005.03.19.	90	35	131,4	39,79	10,67	11,83	1,42	2,04
2005.04.05.	70	10	224,8	41,9	11,5	11,33	2,24	-
2005.04.15.	50	0	140,8	-	11,17	-	2,59	-

nk: nem kelt ki az állomány

8. táblázat Az őszi vetésű *Carum carvi* állományok fejlettsége és áttelelése

Év	Gyökérnyak átmérő (mm) novemberben		Tömegmaradás aránya (%)	
	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves
2002-2003				
2002. 09. 04.	2,9	1,7	0	100
2002. 10. 02.	1,5	1,0	0	1
2002. 10. 30.	szikleveles	(összel nem kelt)	0	1
2003-2004				
2003. 09. 26.	1,5	szikleveles	0	0
2003. 10. 13.	szikleveles	(összel nem kelt)	0	0
2003. 11. 24.	(összel nem kelt)	(összel nem kelt)	30	10
2004-2005				
2004. 09. 06.	1,5	1,4	0	90
2004. 09. 29.	1,6	1,6	0	80
2004. 10. 27.	szikleveles	szikleveles	0	0

9. táblázat A *Carum carvi* virágzása, területegységre eső produkciója és beltartalmi mutatói különböző időben vetett állományokban

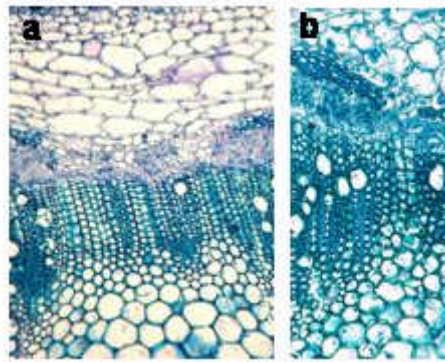
Vetésidők	Virágzási arány (%)		Drogtömeg (g/m ²)		Ezermagtömeg (g)		Illóolaj-tartalom (sza%)		Karvon-tartalom (io.%)		Limonén-tartalom (io.%)	
	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves	1 éves	2 éves
2002-2003												
2002.09.04.	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002.10.02.	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002.10.30.	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003.03.19.	85	0	179	-	2,93	-	2,61	-	57	-	42	-
2003.04.03.	85	0	107	-	2,19	-	2,63	-	50	-	48	-
2003.04.16.	85	0	78	-	2,34	-	2,89	-	49	-	50	-
2003-2004												
2003.09.26.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003.10.13.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003.11.24.	100	100	19	1	0,92	0,95	3,66		47		54	
2004.03.18.	100	100	28	4	1,31	1,24	3,16		46		52	
2004.04.06.	100	100	25	1	1,56	0,91	2,18		47		52	
2004.04.16.	100	100	9	-	1,04	-	1,73	-	64	-	36	-
2004-2005												
2004.09.06.	-	0	-	-	-	-	-		-		-	
2004.09.29.	-	60	-	8	-	0,94	-		-		-	
2004.10.27.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005.03.19.	85	0	85	-	2,42	-	2,84	-	51	-	48	-
2005.04.05.	85	0	123	-	2,42	-	3,33	-	49	-	50	-
2005.04.15.	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : nincs növény ill. minta

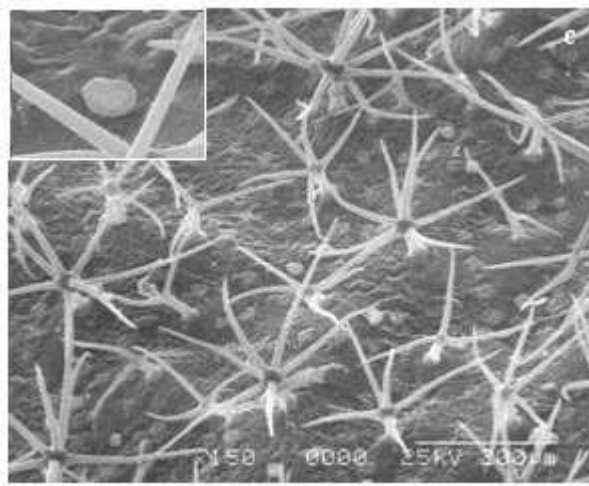
10. táblázat A termőhelyi körülmények modifikáló hatása a vizsgált tulajdonságokra és azoknak a vetésidőtől való függésére (2002-2005)

FAJ	A két termőhelyen HASONLÓ	A két termőhelyen KÜLÖNBÖZŐ
<i>Salvia sclarea</i>	Virágzó egyedek aránya	Fagytűrés
	Virágzásdinamika	Drogprodukción
	Az illóolaj linalooltartalma	Illóolajtartalom
	A vetésidő hatása a virágzási arányra	Az illóolaj linalilacetát tartalma
	A vetésidő hatása a produkcióra	Az illóolaj szklareoltartalma
	A vetésidő hatása szklareoltartalomra	A vetésidő hatása az illóolajtartalomra
<i>Verbascum phlomoides</i>	Virágzásdinamika	Fagytűrés
	A vetésidő hatása a virágzási arányra	Fejlődési ütem, virágzási idő
	A vetésidő hatása a produkcióra	Virágzó egyedek aránya
	A vetésidő hatása a hatóanyagokra	Drogprodukción
		Nyálkatartalom
		Rutintartalom
<i>Carum carvi</i>	Virágzó egyedek aránya	Fagytűrés
	Virágzásdinamika	Drogprodukción
	A vetésidő hatása a virágzási arányra	Ezermagtömeg
	A vetésidő hatása a produkcióra	Illóolajtartalom
	A vetésidő hatása az ezermagtömegre	Az illóolaj karvontartalma
	A vetésidő hatása az illóolajtartalomra	

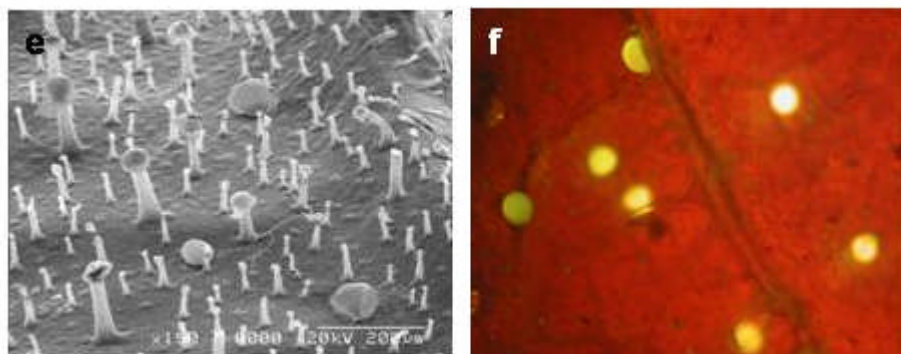
1.kép A *Salvia sclarea* egy-éves (a) és kétéves (b) taxon virágzati tengely keresztmetszete



2. kép A *Verbascum phlomoides* jellemző epidermisz függelékei



3. kép A *Salvia sclarea* mirigyszőrei és a Lamiaceae típusú mirigyek autofluoreszcenciája



4. kép A *Salvia sclarea* virágzó parcellái, jobbról egyéves, balról kétéves ökotípus (2004 nyár, 2003 novemberi vetésű parcellák)



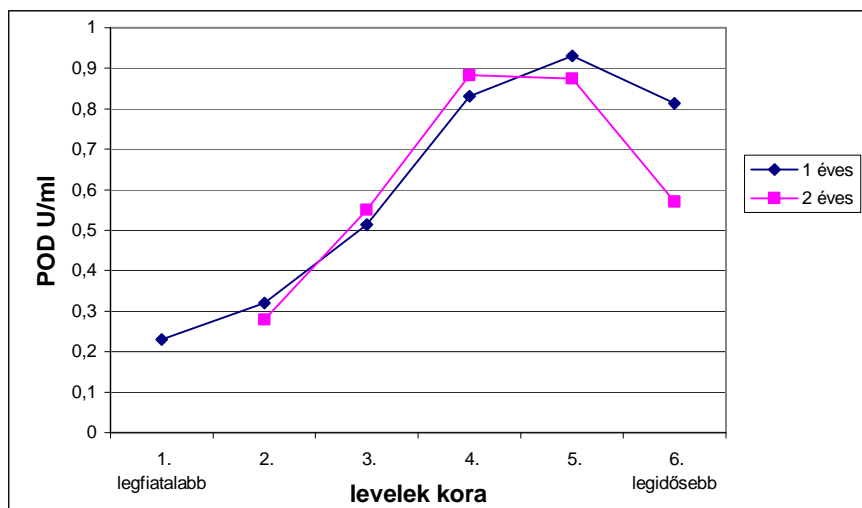
5. kép A *Verbascum phlomoides* kora tavaszi vetésű parcellái (2005): baloldalt ritkán kelt, alig virágzó kétéves populáció, jobboldalt szárbaindult egyéves fajta



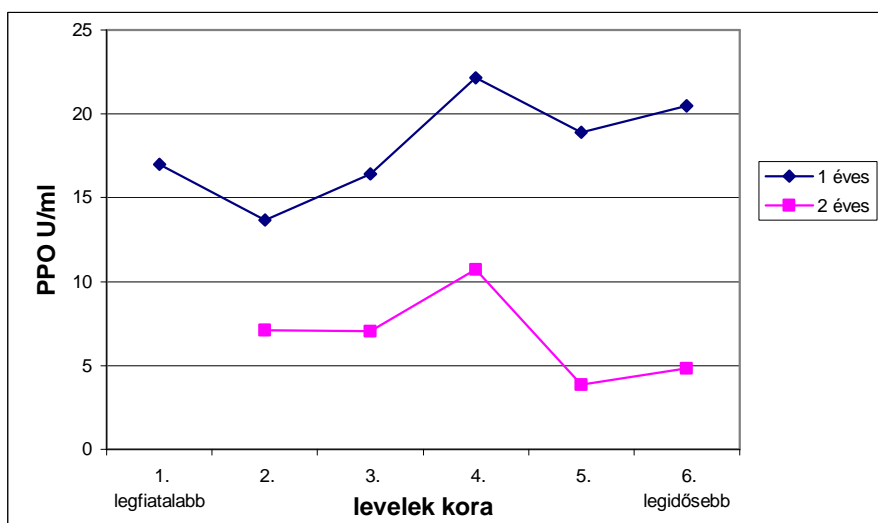
6. kép Egyéves (baloldalt) és kétéves (jobboldalt) konyhakömény virágzó parcellái április eleji vetésben Kisvárdán



1. ábra A peroxidáz (POD) enzim aktivitása a *Verbascum phlomoides* tölevélrózsája különböző korú leveleiben



2. ábra A polifenol-oxidáz (PPO) enzim aktivitása a *Verbascum phlomoides* tölevélrózsája különböző korú leveleiben



3. ábra A hőmérséklet minimum és maximum értékének alakulása a tavaszi vetések időperiódusában 200-2005 években

